



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 40 239 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
F 02 B 29/04
F 02 M 25/07
F 02 M 31/20

⑳ Aktenzeichen: P 42 40 239.5
㉒ Anmeldetag: 1. 12. 92
㉔ Offenlegungstag: 9. 6. 94

DE 42 40 239 A 1

㉑ Anmelder:
Schmitz, Wolfgang, 72124 Pliezhausen, DE

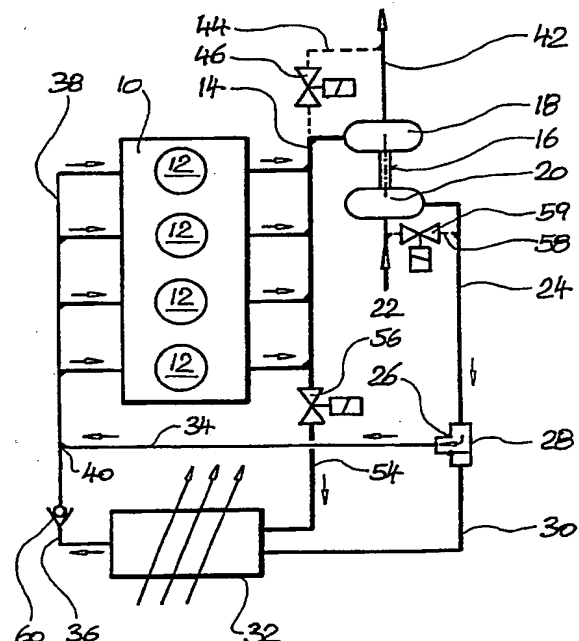
㉓ Vertreter:
Müller, H., Dipl.-Ing.; Clemens, G., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 74074 Heilbronn

㉒ Erfinder:
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Verbrennungskraftmaschine**

⑤7 Eine Verbrennungskraftmaschine (10) mit Abgasrückführung und Ladeluftkühlung besitzt einen Kühler (32) für rückgeführte Abgase. Bei dieser Verbrennungskraftmaschine (10) kann die in den Brennraum einzuleitende Luft jeweils zwischen Null und 100 Prozent entweder durch diesen Kühler (32) in den Brennraum hineingeleitet oder unter Umgehung (34) des Kühlers (32) in den Brennraum hineingeleitet werden.



DE 42 40 239 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 94 408 023/29

11/35

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine, die mit einer Abgasrückführung und einer Ladeluftkühlung ausgestattet ist. Zusätzlich können die rückgeführten Abgase durch Kühler abgekühlt werden.

Die Aufladung der zum Motor führenden Luft dient u. a. zur Leistungssteigerung der entsprechenden Verbrennungskraftmaschine. So kann die im jeweiligen Zylinder für die Verbrennung genutzte Luftmasse pro Verbrennungszyklus erhöht werden, was in Verbindung mit einer entsprechend höheren Kraftstoffmenge zu der gewünschten höheren Leistungsausbeute führt.

Da die für die Verbrennung zur Verfügung stehende Luftmasse umso höher ist, je kühler diese Luft in den Brennraum gelangt, wird die Ladeluft in vielen Fällen abgekühlt, bevor sie in den Brennraum eintritt.

Durch ein Rückführen von Teilen des Abgases in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine hinein wird die Verbrennungsspitzen Temperatur abgesenkt. Dies ist aus Gründen einer verminderten NO_x -Emission äußerst wünschenswert. Dieser Effekt läßt sich wesentlich verstärken, wenn die rückgeführten Abgase zusätzlich gekühlt werden, bevor sie dem Brennraum der Verbrennungskraftmaschine noch einmal zugeführt werden. Das gilt sowohl für Otto- als auch für Dieselmotoren.

Der Wirkungsgrad eines Kühlers ist umso größer, je höher die Temperatur des in den Kühler eintretenden Gases ist.

Stand der Technik

Aus der EP-A-0 080 327 ist es bekannt, jeweils einen separaten Kühler für die rückzuführenden Abgase und für die Ladeluft vorzusehen. Das Anordnen von zwei Kühlern stößt jedoch insbesondere bei Personenkraftwagen auf fast unlösbare Platzprobleme. Nicht zu vernachlässigen ist auch der wirtschaftliche Aufwand, der durch die Anordnung von zwei Kühlern entsteht.

Darüber hinaus ist es aus der DE-PS 23 21 970 bekannt, die Ladeluft und die rückzuführende Abgasmenge gemeinsam durch einen einzigen Kühler zu leiten und damit gemeinsam abzukühlen. Dies hat allerdings den Nachteil, daß z. B. bei niedriger Motorlast, bei der noch keine nennenswerte Temperaturerhöhung der Ladeluft vorhanden ist, das rückgeführte Abgas strömungsmäßig vor dem Kühler durch die kalte Ladeluft abgekühlt wird, wodurch der Wirkungsgrad im Kühler sinkt.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ausgehend von diesem Stand der Technik, eine verbesserte Verbrennungskraftmaschine anzugeben, bei der die vorstehend beschriebenen Nachteile vermieden werden.

Diese Erfindung ist durch die Merkmale des Patentanspruchs I gegeben. Die erfindungsgemäße Verbrennungskraftmaschine ermöglicht, daß durch den für die Abkühlung der rückgeführten Abgase vorhandenen Kühler wahlweise auch die in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine einzuleitende Luft jeweils zwischen Null und 100 Prozent hindurchgeführt und damit abgekühlt werden kann. Die Erfindung geht damit von der Erkenntnis aus, daß die Frischluft bzw. die Ladeluft und das rückgeführte Abgas vorzugsweise nicht gleichzeitig, sondern zeitlich versetzt und damit zeitlich hin-

tereinander durch ein und denselben Kühler geleitet werden können. Bei z. B. niedriger und mittlerer Teillast der Verbrennungskraftmaschine kann dann vorzugsweise rückgeführtes Abgas durch den Kühler geleitet werden, bevor es in den Brennraum gelangt. Bei höherer Last einschließlich Vollast kann dann demgegenüber mehr oder weniger aufgeladene Luft in beliebiger Menge durch diesen Kühler geschickt und die Abgase nicht hindurchgeschickt werden. Bei niedrigen Teillasten braucht nämlich die Luft nicht abgekühlt zu werden, so daß die Kühlleistung dann mehr oder weniger vollständig zum Abkühlen des rückgeführten Abgases zur Verfügung stehen kann. In Abhängigkeit von der bei höherer Teillast erforderlich werdenden Abkühlung der Luft kann dann die Abkühlung des rückgeführten Abgases entsprechend verringert werden. Damit läßt sich in weiten Lastbereichen einer Verbrennungskraftmaschine eine zusätzliche Verringerung der temperaturabhängigen Stickstoff-Emissionen (NO_x -Emission) erzielen, und zwar mit Hilfe eines einzigen, auch für die Abkühlung der mehr oder weniger aufgeladenen Luft zu verwendenden Kühlers.

Eine derartige Verbrennungskraftmaschine läßt sich dadurch auf sehr einfache Weise verwirklichen, daß eine den Kühler umgehende Bypass-Leitung für die in den Brennraum einzuleitende Luft angeordnet wird. Diese Bypass-Leitung kann sowohl von der zwischen Turbolader und Kühler vorhandenen Ladeluft-Zuleitung als auch von der zum Turbolader bzw. seinem Luftverdichter führenden Frischluft-Zuleitung abzweigen. Über eine Luftleiteinrichtung kann dann die zum Kühler oder zum Luftverdichter strömende Luft zwischen Null und 100 Prozent freigegeben bzw. abgesperrt werden.

Die Menge des rückgeführten Abgases kann vorzugsweise durch ein Taktventil oder durch eine Drosselklappe oder dergleichen geregelt bzw. gesteuert werden.

Je nach Anforderung an die Kühlleistung des einzigen Kühlers und/oder an die räumlichen Gegebenheiten kann der Kühler beispielsweise ein Gas/Gas- oder Gas/Flüssigkeits-Wärmetauscher sein. Die Kühlleistung kann auch durch einen weiteren Kühler, wie beispielsweise einen Vorkühler gesteigert werden. Ein derartiger zusätzlicher Kühler könnte als Wärmetauscher ausgebildet sein, der von dem für die Motorkühlung vorgesehenen Kühlwasser durchströmt würde.

Zwecks Steigerung der Masse der in den Brennraum einzuleitenden Frischluft kann diese über den Turbolader geleitet und damit verdichtet werden. Auch bei Abgasen ist eine Verdichtung wegen des dann höheren Wirkungsgrades des Kühlers vorteilhaft.

Je höher verdichtet Luft und/oder Abgase in den Brennraum eingeleitet werden, desto wichtiger wird die Abkühlung dieser Gase. Durch eine dem Abkühlen nachgeschaltete Expansion der im Turbolader ggf. sehr hoch verdichteten Gase läßt sich eine zusätzliche Abkühlung der Gase erzielen.

In den Fällen, wo das Abgas durch eine Abgasreinigungsanlage (Katalysator und/oder Rußfilter) abgeleitet wird, kann die rückzuführende Abgasmenge erst nach dieser Abgasreinigungsanlage entnommen werden. Um auch dann noch ein ausreichendes Druckgefälle in den zum Brennraum rückführenden Leitungen sicherzustellen, können entweder im Auspuff und damit abströmseitig hinter der Abgasreinigungsanlage und/oder in der bzw. den in den Motor führenden Leitungen die Gasströme drosselnde Einrichtungen vorgesehen werden.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind

den in den Ansprüchen ferner angegebenen Merkmalen sowie den nachfolgenden Ausführungsbeispielen zu entnehmen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die Erfindung wird im folgenden anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Flußplan für die Gasführung in einem eine Abgasrückführung und eine Ladeluftkühlung aufweisenden Motor bei niedriger bis mittlerer Teillast,

Fig. 2 eine Darstellung entsprechend Fig. 1 bei dem Motor für Vollast und höhere Teillast,

Fig. 3 eine Darstellung entsprechend Fig. 1, also für einen Motor unter niedriger bis mittlerer Teillast, bei der die Entnahme des Abgases nach einer Abgasreinigungsanlage erfolgt,

Fig. 4 eine Darstellung entsprechend Fig. 3 bei einem Motor für Vollast und höhere Teillast,

Fig. 5 eine Darstellung entsprechend Fig. 1, also für einen Motor unter niedriger bis mittlerer Teillast, bei dem auch das rückgeführte Abgas verdichtet werden kann,

Fig. 6 eine Darstellung entsprechend Fig. 5, bei einem Motor für Vollast und höhere Teillast,

Fig. 7 eine Darstellung entsprechend Fig. 5, also für einen Motor unter niedriger bis mittlerer Teillast, bei der die Entnahme des Abgases nach einer Abgasreinigungsanlage erfolgt und bei dem auch das rückgeführte Abgas verdichtet werden kann, und

Fig. 8 eine Darstellung entsprechend Fig. 7, bei einem Motor für Vollast und höhere Teillast.

Wege zur Ausführung der Erfindung

In der Zeichnung ist ein Motor 10 mit Abgasturboaufladung schematisch dargestellt. Die Abgasturboaufladung steht stellvertretend für jede Art von Aufladung, wie z. B. mechanische Aufladung, Aufladung mit Comrex und Schwingrohr und/oder Resonanzaufladung. Dazu ist die aus dem Motor 10 bzw. seinen beispielsweise vier Zylindern 12 wegführende Abgasleitung 14 an einen Turbolader 16 angeschlossen. Die Abgasleitung 14 kann die Abgasturbine 18 des Turboladers 16 antreiben. Mit der Abgasturbine 18 ist der Luftverdichter 20 des Turboladers 16 drehfest verbunden. Dadurch wird der Verdichter 20 bei der Rotation der Turbine 18 angetrieben. Die in den Verdichter 20 angesaugte Luft 22 wird verdichtet und strömt über eine Leitung 24 zu einer Abzweigstelle 26. Dort ist ein Umschaltventil 28 vorhanden, das die in der Leitung 24 vom Verdichter 20 kommende Ladeluft entweder in eine Leitung 30 freigibt, die zu einem Luftkühler 32 führt, oder das die Ladeluft aus der Leitung 24 in eine den Kühler 32 kurzschließende Bypass-Leitung 34 freigibt.

Von dem Kühler 32 führt eine Leitung 36 in eine Zuleitung 38, die in den Motor 10 bzw. seine im vorliegenden Beispielsfall vier Zylinder 12 führt. In diese Zuleitung 38 mündet die Bypass-Leitung 34 an der Stelle 40 ein.

Aus dem Turbolader 16 bzw. aus seiner Abgasturbine 18 führt eine Abgasleitung 42 über Schalldämpfer und ggf. über eine Abgasreinigungsanlage ins Freie. Die Abgasturbine 18 kann durch einen Bypass-Kanal 44 vom Abgas umgangen werden. In diesem Bypass-Kanal 44 ist ein Ladedruckregelventil 46 (Wastegate) vorhanden,

über das der Bypass-Kanal 44 geöffnet bzw. geschlossen wird. Das Ladedruckregelventil 46 öffnet beispielsweise dann, wenn zum Schutz des Turboladers 16 bei zu hoher Last bzw. zu hoher Drehzahl des Motors das Zuströmen von Abgas in den Turbolader begrenzt werden soll. Neben dieser an sich bekannten Schutzwirkung dieses Bypass-Kanals für den Turbolader 16 bzw. den Motor 10 kann durch das Öffnen des Ladedruckregelventils 46 planmäßig auch erreicht werden, daß Ladeluft nicht verdichtet wird. Durch den Verdichtungs Vorgang ansonsten entstehende Wärme wird durch das nicht Verdichtete vermieden, so daß auch keine Kühlung der Ladeluft zum Rückgängigmachen der Erwärmung erfolgen muß. Das ist bei bestimmten Teillasten sinnvoll. Zusätzlich kann über eine Bypass-Leitung 58 der Verdichter 20 wegen seines Gegendruckes von der Luft 22 umgangen werden. Dies wird durch ein in der Bypass-Leitung 58 vorhandenes Schaltelement, z. B. Ventil 59, ermöglicht. Die gleiche Wirkung läßt sich auch durch einen Verdichter mit variabler Geometrie erreichen.

Die Kühlung der durch den Turbolader 16 verdichteten Ladeluft erfolgt im Kühler 32. Diese ganz allgemein als Kühlvorrichtung wirkende Einrichtung ist im vorliegenden Beispielsfall ein Luftkühler.

Von der Abgasleitung 14 führt eine Abgas-Rückföhrleitung 54 ebenfalls zum Kühler 32. Durch den Kühler 32 strömt dann vorzugsweise entweder Ladeluft, die aus der Leitung 30 zuströmt, oder Abgas, das aus der Leitung 54 zuströmt. Über ein beispielsweise elektrisch gesteuertes Ventil 56 kann die durch die Leitung 54 strömende Gasmenge gesteuert werden. Dieses Ventil 56 kann auch getaktet geöffnet bzw. geschlossen werden. Dadurch kann pro Zeiteinheit eine beliebige Abgasmenge vom Motor 10 kommend durch den Kühler 32 dem Motor 10 wieder rückgeführt werden.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Vollast-Betrieb bzw. Betrieb mit höherer Teillast sind die Ventile 56, 59 geschlossen. Das aus dem Motor 10 wegströmende Abgas strömt über die Turbine 18 in die Abgasleitung 42. Der durch die Turbine 18 angetriebene Verdichter 20 sorgt für eine Aufladung der angesaugten Luft 22. Diese Ladeluft wird durch die Leitung 24 zu dem Kühler 32 und weiter durch die Zuleitung 38 in den Motor 10 gedrückt. Das Umschaltventil 28 sperrt die Bypass-Leitung 34 bei diesem Betriebszustand völlig ab.

Das in dem Bypass-Kanal 44 vorhandene Ladedruckregelventil 46 dient bei diesem Vollast-Betrieb bzw. Betrieb mit höherer Teillast nur zur Begrenzung des maximalen Ladedrucks und damit auch zum Schutz des Motors 10. Das Ladedruckregelventil 46 wird daher den Bypass-Kanal 44 freigeben, wenn z. B. die Drehzahl oder der Ladedruck des Motors zu hoch werden sollten.

Im Teillast-Betrieb, der dem Flußplan der Fig. 1 zu entnehmen ist, braucht keine Ladeluft gekühlt zu werden. Der Turbolader 16 kann daher stillgelegt werden. Das von der Abgasleitung 14 in die Abgasleitung 42 strömende Abgas braucht also nicht den Turbolader 16 anzutreiben, so daß es durch den Bypass-Kanal 44 um die Turbine 18 herumgeführt werden kann. Das Ladedruckregelventil 46 kann daher in seiner den Bypass-Kanal 44 öffnenden AUF-Stellung sein.

Vom Verdichter 20 wird in diesem Fall die angesaugte Luft 22 nicht verdichtet und strömt daher auch nicht erwärmt durch die Leitung 24 in Richtung Umschaltventil 28. Die Luft strömt nämlich unter Umgehung des Verdichters 20 über das Ventil 59 durch die Bypass-Leitung 58 direkt in die Leitung 24. Das Umschaltventil 28 verschließt die Leitung 30, da Ladeluft ja nicht zum

Kühler 32 geführt und damit abgekühlt zu werden braucht, und öffnet dafür die Bypass-Leitung 34. Die Ladeluft 34 strömt dann weiter durch die Zuleitung 38 in den Motor 10.

Das aus der Abgasleitung 14 abgezweigte Abgas wird durch die Leitung 54, bei entsprechend geöffneter Stellung des Ventils 56 durch den Kühler 32 geführt und strömt dann weiter durch die Leitung 36 ebenfalls in die Zuleitung 38.

In der Leitung 36 kann ein Rückschlagventil 60 vorhanden sein, das verhindert, daß durch die Leitung 34 strömende Luft rückwärts in die Leitung 36 und damit in Richtung Kühler 32 strömen kann.

Die in Fig. 3 und 4 dargestellten Systemvarianten unterscheiden sich von den in Fig. 1 und 2 dargestellten Flußplänen dadurch, daß die Abgasrückführung abströmseitig hinter einem Katalysator 62 erfolgt. Die entsprechende Abgas-Rückführleitung 54 zweigt daher nach dem Katalysator 62 an der Stelle 64 von der Abgasleitung 42 ab. Während in Fig. 4 ähnlich wie bei Fig. 2 Vollast-Betrieb bzw. Betrieb bei höherer Teillast strömungsmäßig dargestellt ist, ist in Fig. 3, ähnlich wie bei Fig. 1, der entsprechende Teillast-Betrieb dargestellt. Mit dem in den Fig. 3 und 4 dargestellten Katalysator 62 soll ganz allgemein eine Abgasreinigungsanlage verstanden werden. So könnte, beispielsweise bei einem Diesellaggregat, auch ein Rußfilter entweder anstelle des Katalysators 62 oder in Kombination zu demselben vorhanden sein.

Um ein ausreichendes Druckgefälle in den zum Motor 10 rückführenden Leitungen sicherzustellen, sind in der Abgasleitung 42 und in der Luftleitung 24 jeweils ein Drosselventil 70 bzw. 72 vorhanden. Im übrigen erfolgt die Luftrückführung bzw. Abgasrückführung in entsprechender Weise, wie sie im Zusammenhang mit den Fig. 1 und 2 beschrieben ist; insoweit kann auf die vorstehenden Beschreibungsteile Bezug genommen werden.

Bei der in den Fig. 5 und 6 dargestellten Gasführung für einen Motor 10 ist die Möglichkeit für eine Aufladung der rückzuführenden Abgase gegeben. So führt die Abgasrückführleitung 54 nicht direkt in einen Kühler, sondern zunächst zum Luftverdichter 20. In dieser Leitung 54 ist ebenfalls ein ihren Durchfluß mengenmäßig regelndes Ventil 56 vorhanden. Von dem Luftverdichter 20 führt dann eine weitere Abgas-Rückführleitung 74 zu einem Vorkühler 76 und von dort weiter zu dem Kühler 32. Im vorliegenden Beispielsfall ist der Vorkühler 76, der auch nicht vorhanden sein kann, ein von einem z. B. flüssigen Kühlmittel durchströmter Wärmetauscher. Die in dem Wärmetauscher 76 vorhandene Kühlflüssigkeit 78 kann auch zum Kühlen des Motors 10 verwendet werden. Dieser Vorkühler kann auch bei den Fig. 1 und 2 sowie 3 und 4 vorgesehen werden.

Vom Vorkühler 76 strömt das abgekühlte Gas zu dem Luftkühler 32, wo es weiter abgekühlt wird. Der Luftkühler 32 kann ein üblicher Ladeluftkühler sein, der beispielsweise dem Fahrtwind eines beispielsweise Personenkraftwagens ausgesetzt wird und der sich daher im unmittelbaren Frontbereich des Fahrzeuges befindet. Der Vorkühler 76 kann demgegenüber aus Platzgründen an anderen, nicht dem Fahrtwind ausgesetzten Orten am Fahrzeug angebracht sein.

Vom Kühler 32 strömen die abgekühlten Gase weiter zu einem Expansionsventil 80, das vorgesehen werden kann. Hier wird durch das Entspannen des Gases ein weiterer Kühleffekt verwirklicht. Die Expansion ist insbesondere dann wichtig, wenn stark verdichtete Gase

vorhanden sind und damit eine hohe Aufladung der Gase im Luftverdichter 20 stattgefunden hat.

Im Vollast-Betrieb bzw. im Betrieb unter höherer Teillast (Fig. 6) des Motors 10 wird nur die in den Motor 10 einzuleitende Luft im Verdichter 20 aufgeladen. Die zum Verdichter führende Abgasleitung 54 ist durch das Ventil 56 verschlossen. Die Abgase entweichen daher ausschließlich über die Abgasleitung 14 ins Freie. Um den Verdichter 20 in Rotation zu versetzen, wird die Abgasturbine 18 durch die durch die Leitung 14 strömenden Abgase in Rotation versetzt. Das in dem Bypass-Kanal 44 vorhandene Ladedruckregelventil 46 ist daher verschlossen.

Die von außen zuströmende Frischluft 22 strömt über ein Umschaltventil 28 in eine zum Luftverdichter 20 führende Zuleitung 82. Das Umschaltventil 28 ist so geschaltet, daß es den Zufluß in die Bypass-Leitung 34 hinein, mit der die beiden Kühler 32, 76 umgangen werden, verschließt. Dies gilt für den o. g. Vollast-Betrieb. Durch ein dem Vorkühler 76 vorgeschaltetes Umschaltventil 86 in der Rückführleitung 74 kann die zum Vorkühler 76 anströmende Frischluft statt zum Vorkühler 76 in eine Bypass-Leitung 84 umgeleitet und damit direkt dem Luftkühler 32 zugeführt werden. Diese Luftführung ist dann sinnvoll, wenn die Temperatur der durch die Leitung 74 strömenden Luft niedriger ist als die Temperatur der den Vorkühler 76 durchströmenden Kühlflüssigkeit 78. Dadurch kann eine Aufheizung der Frischluft im Vorkühler 76 verhindert werden. Der Vorkühler 76 wird also zum Abkühlen der rückzuführenden Abgase und darüber hinaus derjenigen Frischluft wahlweise verwendet, deren Temperatur größer als die des Vorkühlers 76 ist.

Für niedrige bis mittlere Teillast, deren Flußschema in Fig. 5 dargestellt ist, ist das Umschaltventil 28 in einer die Zuleitung 82 verschließenden Stellung. Die Frischluft 22 strömt daher nur in die Bypass-Leitung 34. Dafür strömt über die Zuflußleitung 54 rückzuführendes Abgas zum Verdichter 20. Das Ventil 56 ist dazu in einer entsprechend offenen Stellung. Die nicht rückzuführende Abgasmenge strömt über die Abgasleitung 14 über die Abgasturbine 18 zu einem Schalldämpfer und dann weiter ins Freie. Diese Abgasmenge treibt die Abgasturbine 18 und damit auch den Luftverdichter 20 an. Infolgedessen wird die rückzuführende, durch die Leitung 54 strömende Abgasmenge im Luftverdichter 20 verdichtet und strömt dann im verdichteten Zustand durch die Leitung 74 zum Vorkühler 76 und weiter in den Kühler 32. Die Bypass-Leitung 84 ist dazu verschlossen. Die abgekühlten, verdichteten Abgase werden im Expansionsventil 80 entspannt und dadurch weiter abgekühlt.

Je nach Laststufe kann das Umschaltventil 28 eine beliebige mittlere Stellung einnehmen, so daß sowohl zum Luftverdichter 20 als auch in die Bypass-Leitung 34 hinein Frischluft strömen kann.

Bei den in Fig. 7 und 8 dargestellten Systemvarianten ist im Unterschied zu der Darstellung gemäß den Fig. 5 und 6 eine Abgasrückführung abströmseitig hinter einem Katalysator 62 vorhanden. Die in vergleichbarer Weise wie bei den Fig. 3 und 4 an einer Stelle 64 abzweigende Rückführleitung 54 führt die rückzuführenden Abgase leitungsmäßig wieder dem Luftverdichter 20 zu. Unter Vollast-Betrieb (Fig. 8) ist diese Leitung 54 durch das in ihr vorhandene Ventil 56 verschlossen, so daß nur Frischluft vom Verdichter 20 verdichtet und den nachgeschalteten Kühlern 76, 32 zugeführt wird. Vergleich hierzu die Ausführungen bezüglich der Fig. 5 und 6.

Auch hier gilt, daß der Vorkühler 76 bei Vollast-Betrieb von der Frischluft umgangen wird, falls diese kühler als der Vorkühler 76 ist.

Bei Teillast (Fig. 7) wird durch die Leitung 54 hindurch rückzuführendes Abgas zum Verdichter 20 geleitet. Dort wird das Abgas verdichtet und dann weiter in die Kühleinrichtungen 76, 32 weitergeleitet. Auch hier kann durch ein nachgeschaltetes Expansionsventil 80 eine Entspannung der verdichteten Gase und damit eine weitere Abkühlung derselben erreicht werden. In entsprechender Weise, wie in Fig. 5 dargestellt, wird die Frischluft 22 direkt in die Bypass-Leitung 34 geleitet. Allerdings ist es auch möglich, ebenso wie das Abgas auch Frischluft, zumindest teilweise, durch den Luftverdichter 20 aufzuladen. Diese aufgeladene Frischluft würde dann zusammen mit dem aufgeladenen Abgas durch die Leitung 74 dem Kühler 32 bzw. ggf. zunächst dem Kühler 76 und dann dem Kühler 32 zugeführt werden.

Im übrigen gilt auch für die in den Fig. 5 bis 8 dargestellten Flußpläne das bezüglich der Fig. 1 bis 4 Gesagte. So können beispielsweise zur Sicherung eines ausreichenden Druckgefälles in den zum Motor 10 rückführenden Leitungen entsprechende Drosselventile vorgesehen werden.

Während bei den Fig. 5, 6 und 7, 8 die in den Verdichter 20 hinführenden Leitungen 54, 82 sich zu einer einzigen Leitung 88 vereinigen, können statt dessen auch beide Leitungen 54, 82 getrennt voneinander dem Verdichter 20 zugeführt werden.

Patentansprüche

1. Verbrennungskraftmaschine (10) mit Abgasrückführung, Ladeluftkühlung und einem Kühler (32) für rückgeführte Abgase, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in den Brennraum einzuleitende Luft jeweils zwischen Null und 100 Prozent entweder durch diesen Kühler (32) in den Brennraum oder unter Umgehung (34) des Kühlers (32) in den Brennraum hineinleitbar ist.
2. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß
 - eine den Kühler (32) umgehende Bypass-Leitung (34) für die in den Brennraum einzuleitende Luft vorhanden ist,
 - diese Bypass-Leitung (34) von der zwischen Luftverdichter (20) und Kühler (32) vorhandenen Ladeluft-Zuleitung (24) oder von der zum Luftverdichter (20) hinführenden Frischluft-Zuleitung (82) abzweigt.
3. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß
 - eine Luftleiteinrichtung (28) vorhanden ist, mit der die in der Ladeluft-Zuleitung (24) zum Kühler (32) strömende Ladeluft oder die in der Frischluft-Zuleitung (82) zum Luftverdichter (20) strömende Frischluft zwischen Null und 100 Prozent statt zum Kühler (32) oder zum Luftverdichter (20) direkt in die Bypass-Leitung (34) umleitbar ist.
4. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abzweigung (64) der zum Kühler (32) oder zum Luftverdichter (20) rückführenden Abgas-Zuleitung (54) abströmseitig hinter einer Abgasreinigungsanlage (62) vorhanden ist.
5. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vor-

stehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Einrichtung (56) zum Beschränken der rückzuführenden Abgasmenge vorhanden ist.

6. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung (56) zum Beschränken der rückzuführenden Abgasmenge in der zum Kühler (32) oder zum Luftverdichter (20) rückführenden Abgasleitung (54) vorhanden ist.

7. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Einrichtung (70) zum Drosseln der abströmseitig die Abgasreinigungsanlage (62) verlassenden Gasmenge hinter der Abzweigung (64) für die zum Kühler (32) oder zum Luftverdichter (20) rückführenden Abgasleitung (54) vorhanden ist.

8. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Einrichtung (72) zum Drosseln der in den Brennraum einzuleitenden Luft vorhanden ist.

9. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung (70, 72) zum Drosseln der Gasmenge ein Drosselventil ist.

10. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Drosselventil elektrisch steuerbar ist.

11. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in der zum Kühler (32) oder zum Luftverdichter (20) rückführenden Abgasleitung (54) vorhandene Einrichtung zum Beschränken der Abgasmenge ein taktmäßig ansteuerbares Ventil (56) ist.

12. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine die Abgasturbine (18) umgehende Bypass-Leitung (44) vorhanden ist und der Durchfluß durch diese Leitung (44) durch ein Schaltelement (46) mengenmäßig zwischen Null und 100 Prozent begrenzbare ist.

13. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine den Luftverdichter (20) umgehende Bypass-Leitung (58) vorhanden ist und der Durchfluß durch diese Leitung (58) durch ein Schaltelement (59) mengenmäßig zwischen Null und 100 Prozent begrenzbare ist.

14. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Vorrichtung (80) zum Entspannen der den Kühler (32) verlassenden Gase vorhanden ist.

15. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung (80) zum Entspannen in der den Kühler (32) verlassenden Leitung (36) vorhanden ist.

16. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Kühler (32) ein weiterer Kühler (76) zugeordnet ist.

17. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß der weitere Kühler ein Vorkühler (76) ist.

18. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß der weitere Kühler bzw. der Vorkühler (76) ein Wärmetauscher ist, der von dem den Motor kühlenden Kühlwasser (78) durchströmbar ist.

19. Verbrennungskraftmaschine nach einem der

vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß

- eine den Vorkühler (76) umgehende Bypass-Leitung (84) vorhanden ist und
 - eine Luftleiteinrichtung (86) vorgesehen ist, 5
- durch die zwischen Null bis 100 Prozent des zum Vorkühler (76) strömenden Gases in die Bypass-Leitung (84) umleitbar ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

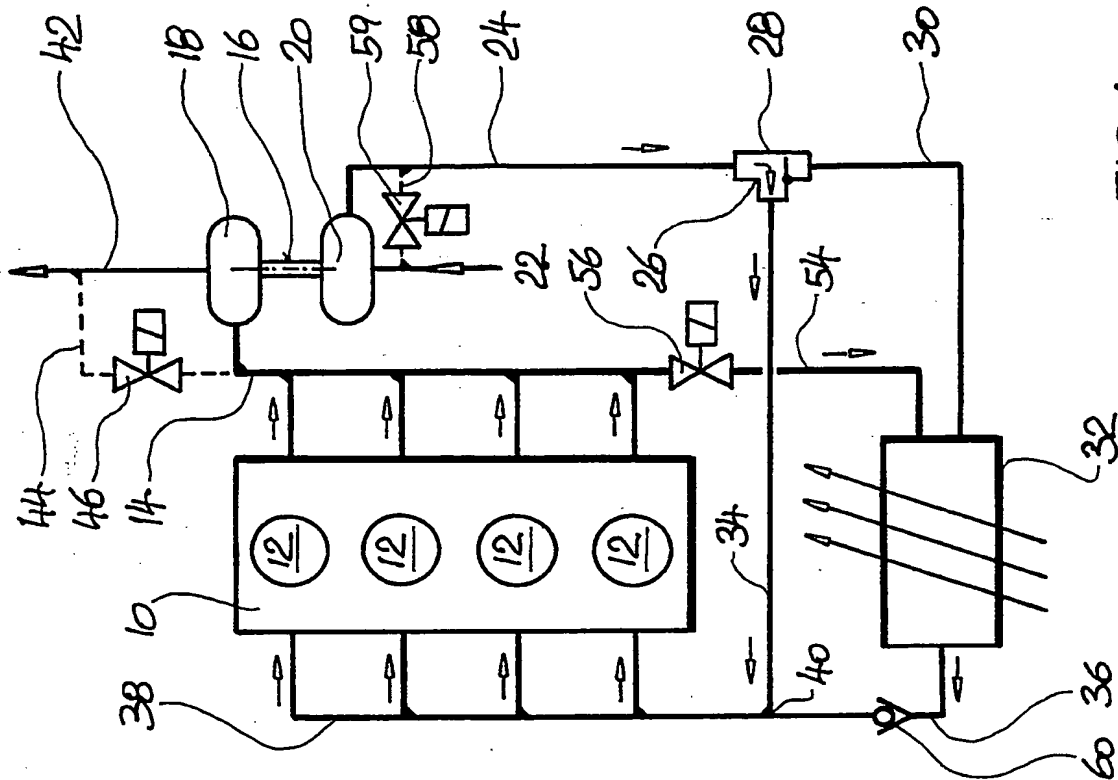


FIG. 1

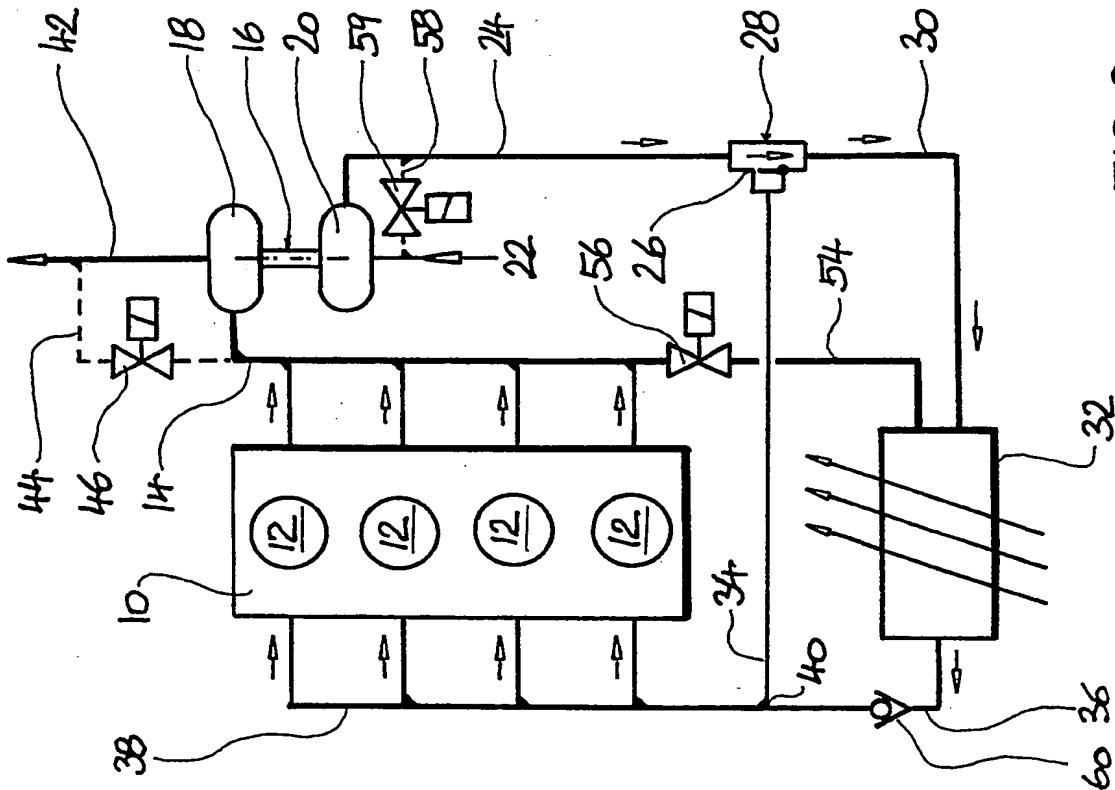


FIG. 2

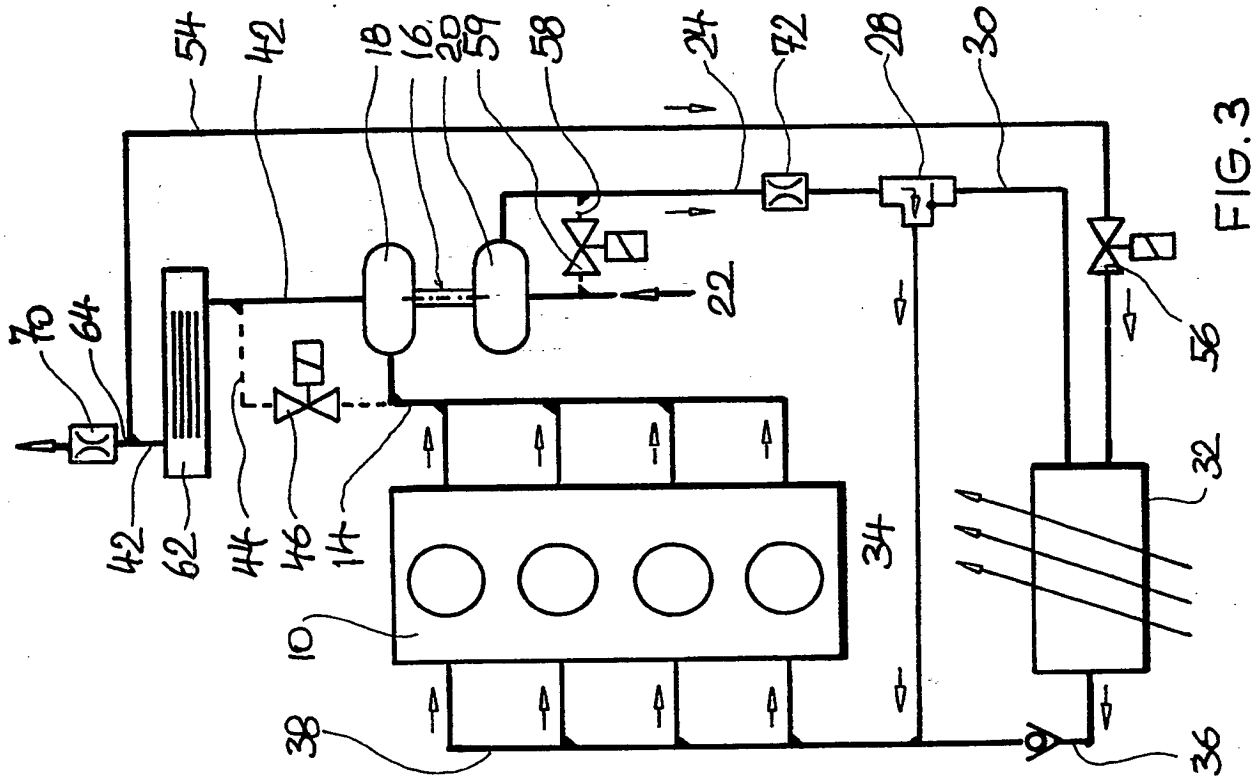


FIG. 3

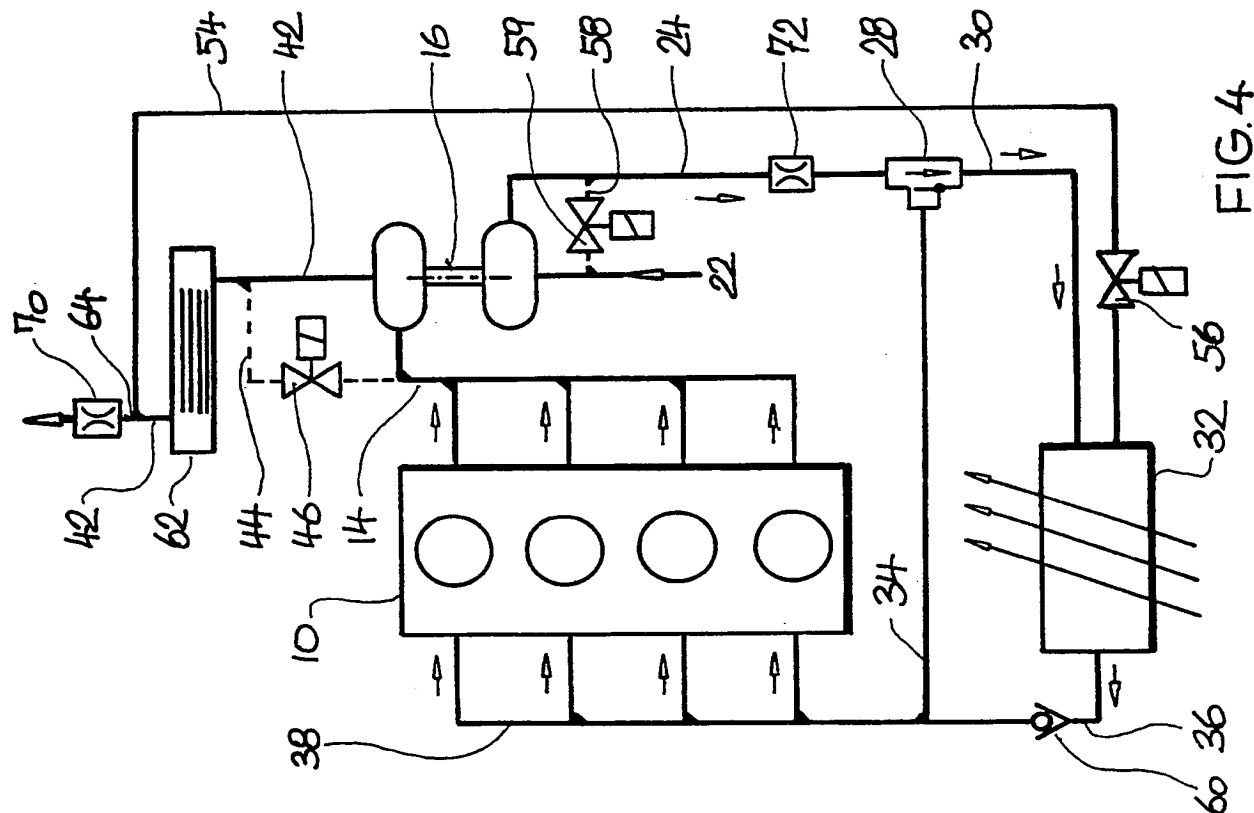


FIG. 4

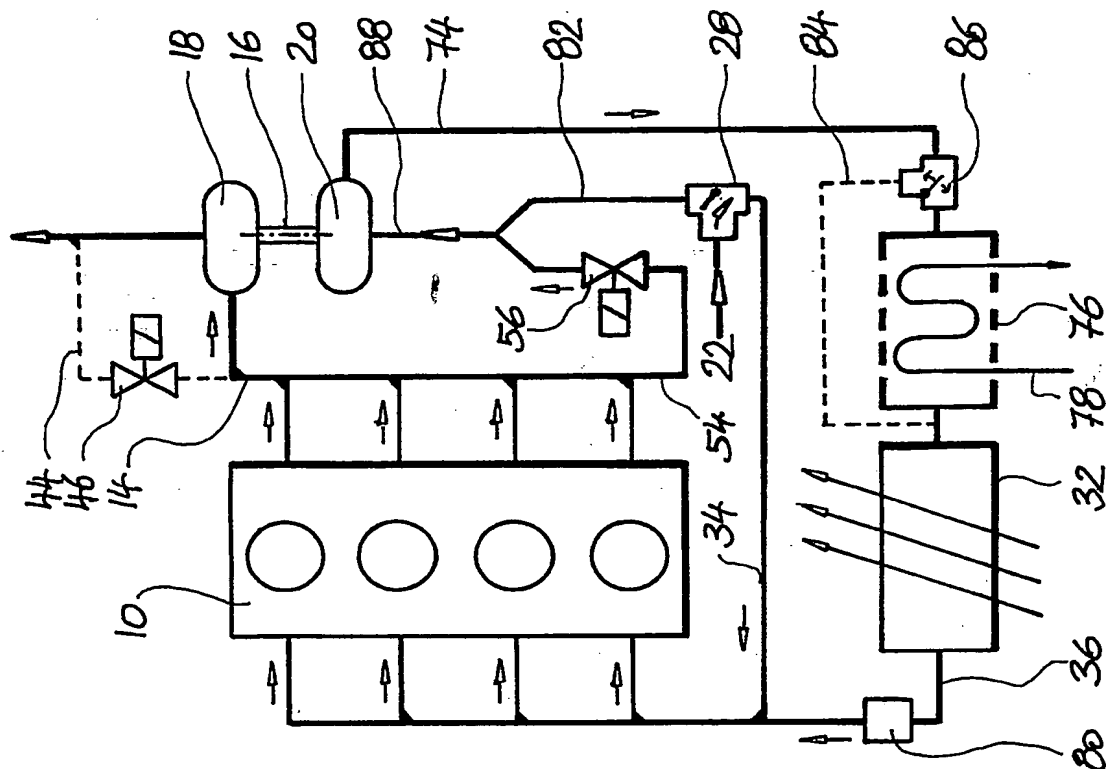


FIG. 5

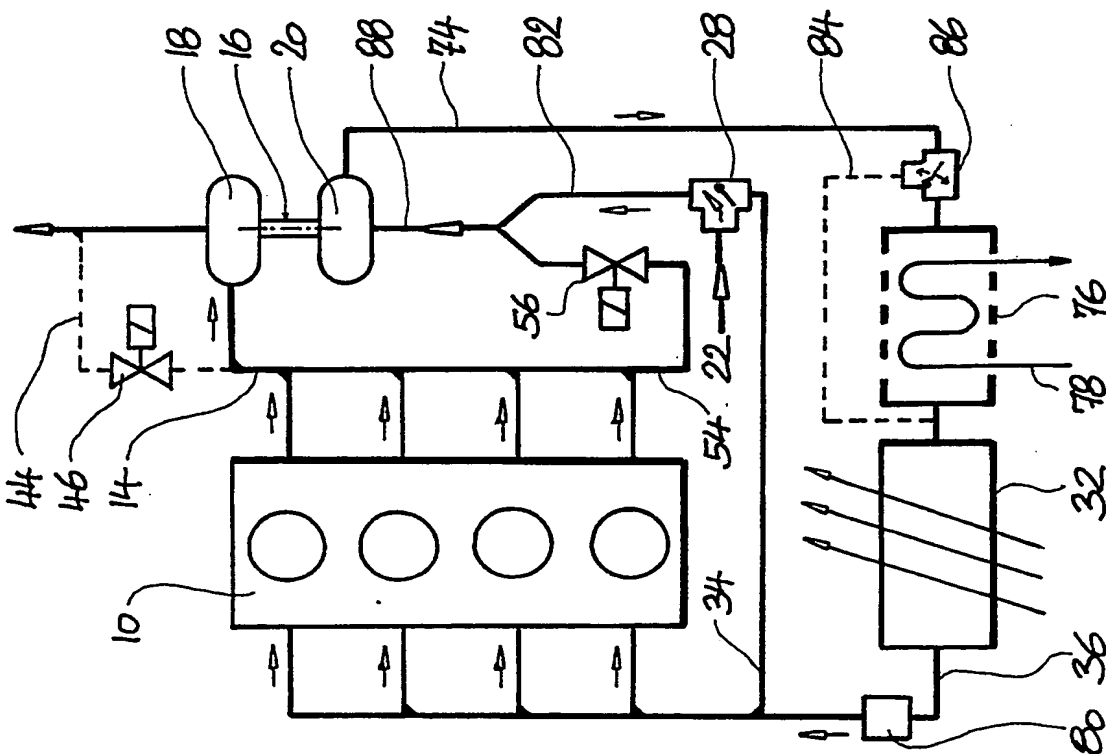


FIG. 6

